

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Hiromitsu YAMAKAWA

Serial No.: (new)

Art Unit:

Filed: March 30, 2004

Examiner:

For: LASER ARRAY IMAGING LENS AND
IMAGE-FORMING DEVICE

LETTER

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

March 30, 2004

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
Japan	2003 - 094200	March 31, 2003

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

Please charge any fees under 37 C.F.R. § 1.16 - 1.21(h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2509.

Respectfully submitted,

ARNOLD INTERNATIONAL

By Bruce Y. Arnold
Bruce Y. Arnold
Reg. No. 28,493

(703) 759-2991

P.O. Box 129
Great Falls, VA 22066-0129

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日
Date of Application:

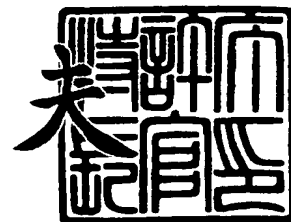
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 4 2 0 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 4 2 0 0]

出 願 人 富 士 写 真 光 機 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 FK1042

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 2/44

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

 【氏名】 山川 博充

【特許出願人】

 【識別番号】 000005430

 【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097984

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 川野 宏

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 041597

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザアレイ結像レンズおよび画像形成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の発光素子が列状に配列されてなる半導体レーザアレイ光源の光束を、結像面にドット列状に結像させるレーザアレイ結像レンズにおいて、前記各発光素子からの各光束の中央近傍の光線が互いに交差するように作用する第 1 のレンズ、およびこの光線交差位置の結像面側に配された第 2 のレンズよりなり、少なくとも 1 つのレンズ面に非球面を有することを特徴とするレーザアレイ結像レンズ。

【請求項 2】 少なくとも 1 つのレンズ面にアナモフィックな非球面を有していることを特徴とする請求項 1 記載のレーザアレイ結像レンズ。

【請求項 3】 少なくとも 1 つのレンズ面に回折光学面を有していることを特徴とする請求項 1 記載のレーザアレイ結像レンズ。

【請求項 4】 前記各発光素子からの各光束の中央近傍の光線が互いに交差する前記位置の近傍に、開口絞りが配されていることを特徴とする請求項 1～3 のうちいずれか 1 項記載のレーザアレイ結像レンズ。

【請求項 5】 光源側でテレセントリックとされていることを特徴とする請求項 1～4 のうちいずれか 1 項記載のレーザアレイ結像レンズ。

【請求項 6】 複数の発光素子が列状に配列されてなる半導体レーザアレイ光源と、請求項 1～5 のうちいずれか 1 項記載のレーザアレイ結像レンズと、前記半導体レーザアレイ光源の個々の発光素子を所定の信号に基づき独立に変調する手段と、前記レーザアレイ結像レンズの結像位置近傍に配された被走査面を該結像レンズに対し、前記半導体レーザアレイ光源からの各光束により形成される前記被走査面上のドット列方向と略直交する方向に相対的に移動させる手段とを備えたことを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の発光素子を列状に配列してなる、いわゆる半導体レーザアレ

イを光源とし、この光源からの光を被走査面上に導いて、この被走査面上に再生画像を形成する画像形成装置、およびこの装置に使われる結像レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

レーザプリンタ装置等の画像形成装置では、その光走査手段としては周知の回転多面鏡（ポリゴンミラー）が一般に用いられている。この回転多面鏡はガルバノメータミラーに比べて走査の高速性、あるいはシェーディングの良好性等の点で優れているものの、各ミラー面の面精度や面倒れ量のバラツキに伴い、走査線の微妙な曲がり、走査線ピッチのバラツキ、さらには走査線の長さのバラツキ等が問題となる。また、このような回転多面鏡を用いた走査装置では、各走査線の始点を一致させるために走査のタイミングをとるセンサが必要となる。さらに、このような回転多面鏡を用いた走査装置では、その回転駆動部の回転動作に起因して振動や騒音が生じる。

【0003】

このように、回転多面鏡を光走査手段とする場合には、上述した如き種々の問題が生じる。また、回転多面鏡の回転速度の高速化には限界があり、更なる画像形成速度の高速化を図るためにも、回転多面鏡を用いずにレーザ光を走査する手法の開発が検討されている。また、このような手法の開発とともに、この手法を用いたときにレーザ光源からの光束を良好に被走査面上に導き得る、この手法に適した結像レンズを開発することも必要となる。

【0004】

特許文献1および特許文献2には、複数の発光素子を列状に配列してなる、いわゆる半導体レーザアレイを光源とした画像形成装置、およびこの光源からの光束を良好に被走査面上に導き得る結像レンズが記載されている。

【0005】

【特許文献1】

特開平10-16297号公報

【特許文献2】

特開平 12-249915 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 1 記載の結像レンズは、球面レンズのみの構成で 7 枚構成のものである。近年ではより軽量で、簡易な構成の結像レンズが要望されている。

【0007】

また、特許文献 2 記載の結像レンズは、2 枚のアナモフィック非球面レンズおよび絞りによる構成とされている。これら 2 枚のアナモフィック非球面レンズが、半導体レーザアレイ光源の各発光素子からテレセントリックな状態で入射される各光束の中央近傍の光線を、この結像レンズの光軸上の略一点で互いに交差させるように作用し、その交差位置近傍に絞りが配されている。この結像レンズと同程度に軽量で簡易な構成でありながら、より良好に収差を補正しうる結像レンズが要望されている。特に、歪曲収差をより良好に補正することが望まれている。

【0008】

本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、回転多面鏡を用いることなく被走査面上にレーザ光を走査するレンズとして、半導体レーザアレイ光源からの光束を良好に被走査面上に導き得る、簡易な構成のレーザアレイ結像レンズおよびこれを用いた画像表示装置を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明のレーザアレイ結像レンズは、複数の発光素子が列状に配列されてなる半導体レーザアレイ光源の光束を、結像面にドット列状に結像させるレーザアレイ結像レンズにおいて、前記各発光素子からの各光束の中央近傍の光線が互いに交差するように作用する第 1 のレンズ、およびこの光線交差位置の結像面側に配された第 2 のレンズよりなり、少なくとも 1 つのレンズ面に非球面を有することを特徴とするものである。

【0010】

また、このレーザアレイ結像レンズは、少なくとも1つのレンズ面にアナモフィックな非球面を有していることが好ましい。また、このレーザアレイ結像レンズは、少なくとも1つのレンズ面に回折光学面を有していることが好ましい。

【0011】

また、このレーザアレイ結像レンズは、前記各発光素子からの各光束の中央近傍の光線が互いに交差する前記位置の近傍に、開口絞りが配されていることが好ましい。

【0012】

また、このレーザアレイ結像レンズは、光源側でテレセントリックとされていることが好ましい。

【0013】

本発明の画像形成装置は、複数の発光素子が列状に配列されてなる半導体レーザアレイ光源と、上記いずれかのレーザアレイ結像レンズと、前記半導体レーザアレイ光源の個々の発光素子を所定の信号に基づき独立に変調する手段と、前記レーザアレイ結像レンズの結像位置近傍に配された被走査面を該結像レンズに対し、前記半導体レーザアレイ光源からの各光束により形成される前記被走査面上のドット列方向と略直交する方向に相対的に移動させる手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて、本発明の実施形態について説明する。図1は本発明のレーザアレイ結像レンズを用いたレーザプリンタ装置を示す概念図である。このレーザプリンタ装置は多数の発光素子を直線状に配列してなる半導体レーザアレイ光源1と、これら各発光素子からの光束を各々、被走査面としての感光面4上に、しかも直線的に結像せしめるレーザアレイ結像レンズ2とを備えている。図1(a)は半導体レーザアレイ光源1の装置光軸を含む発光素子配列方向の断面図であり、図1(b)は装置光軸を含み図1(a)の断面に直交する方向の断面図である。

【0015】

上記半導体レーザアレイ光源 1 は、発光素子として、2000個以上の微小な半導体レーザ素子（以下、レーザ素子と称する）を直線上に配列してなる。個々のレーザ素子は所定の信号に基づき独立に変調し得るようになっている。

【0016】

光源 1 が、レーザ素子を2000個以上配列しているのは、最低A 6号（葉書大サイズ）用紙の短辺の一走査線領域の全体を一時に照射することを考慮したものである。すなわち、A 6号用紙の短辺は105mmの長さとしてあるので、1インチ（25.4mm）当たりを600ドットで印字すれば、配列すべきレーザ素子の個数は $600 \times 105 / 25.4 \div 2480$ （個）となる。ただし、この短辺方向の両端部分に係る数mmの範囲については通常は印字が不要となるので、結局、本実施形態の如く2000個以上のレーザ素子を直線的に配列すれば、A 6号用紙の短辺方向の一走査線に相当する部分の印字を一時に行うことができる。

【0017】

このように直線状に配列された多数のレーザ素子からの各光束は、結像レンズ 2 によって感光面 4 上の所定の直線上の所定位置に結像される。光源 1 における各レーザ素子の 1 回の同時発光により、直線状のドット列（一走査線に相当する）を感光面 4 上に形成させることが可能となる。また、感光面 4 をドット列方向と略直交する矢印 A 方向に所定速度で副走査しながら、光源 1 からの発光を所定のタイミングで行うことにより、感光面 4 上に多数の走査線に相当するドット列を形成することができ、これにより 1 枚の再生画像を感光面 4 上に形成することができる。

【0018】

本実施形態のものでは、レーザ素子の各々から独立に変調された光ビームが出力され一走査線に相当するドット列を形成するので、上述した回転多面鏡を光走査手段とする場合の如き問題は生じない。すなわち、回転多面鏡等の機械的光走査手段により光走査を行っていないので、ミラーの面倒れに伴う種々の問題、例えば走査線間隔のバラツキの問題は発生しない。もちろん、従来の回転多面鏡を用いた場合に必要であった、各走査線開始のタイミングを得るためのセンサは不要である。また、回転多面鏡の如く高速で可動する部分が存在しないので、装置

全体の振動や騒音をより低いレベルに抑えることが可能であり、装置の長寿命化を図ることが可能である。さらに、直線上に配された各レーザ素子を同時に発光せしめることが可能であり、被走査面上での一ライン全体のプリントを一時に行うことができるので、プリント速度の高速化を図ることができる。

【0019】

ここで、光源1の発光素子として半導体レーザ素子を用いているのは、半導体レーザは光量や変調の速度追従性の点で格段に有利であり、光走査の高速化が図れるからである。それ以外の発光手段として、例えば、He-Neレーザ等のガスレーザを用い、分割された多数の光束を所定の変調器で同時に変調するトータル・インターナル・レフレクションシステムも考えられているが、この場合には光学系が極めて複雑となり、また、一本のレーザ管からの光束を例えば数千の光束に分割する必要上、光走査の高速化を図る上で必要な光量を確保するためには高出力のレーザ管が必要となってしまう。また、この系では、ガスレーザ管のサイズが大きく、レーザ管から光変調器までの距離も長くなってしまい、装置のコンパクト化が困難となりコストも割高となってしまう。

【0020】

また、結像レンズ2は、光源1の各レーザ素子からの各光束の中央近傍の光線が互いに交差するように作用する第1のレンズ21、および、この光線交差位置の結像面側に配された第2のレンズ22よりなる。この結像レンズ2により、例えば光源1の点a、点b、点cの各レーザ素子から出力された光束は、各々感光面4上の点a'、点b'、点c'に収束せしめられる。すなわち、光源1の各レーザ素子の点の並びと、それらの各点に対応する感光面4上の各点の並びは左右逆の関係となる。2枚構成で各レーザ素子からの各光束の中央近傍の光線を第1のレンズ21と第2のレンズ22との間で互いに交差させるという構成によれば、収差補正が容易となり、また、1枚構成の場合に比べ、全長をコンパクトにかつ画角を大きくするという設計要請が加わった場合にも、良好な結像性能を達成することができる。なお、上記光線交差位置は、結像レンズ2の光軸上の略一点とすることが好ましい。

【0021】

この結像レンズ 2 は、これら 2 枚のレンズ 2 1、2 2 の合計 4 つのレンズ面のうち少なくとも 1 つのレンズ面に非球面を有する。この非球面の形状は、下記に示す式により表される。

【0022】

【数 1】

$$Z = \frac{\frac{\rho^2}{r}}{1 + \sqrt{1 - K \cdot \frac{\rho^2}{r^2}}} + A_4 \rho^4 + A_6 \rho^6 + A_8 \rho^8 + A_{10} \rho^{10} \quad \dots (1)$$

ただし、
 Z : 光軸から距離 ρ の非球面上の点より非球面頂点の接平面
 (光軸に垂直な平面) に下ろした垂線の長さ
 ρ : 光軸からの距離
 K : 離心率
 r : 非球面の近軸曲率半径
 A_4, A_6, A_8, A_{10} : 第 4, 6, 8, 10 次の非球面係数

【0023】

回転対称な非球面は製作が比較的容易でありながら収差改善効果が高く、2 枚という簡易な構成であっても良好な結像性能を得ることができる。また、2 枚構成のレーザアレイ結像レンズ 2 によれば、ローコスト化、軽量化を図り得ることに加え、組立ての際にはその相対的な位置誤差に注意を払えば良く高度な組立精度が不要となるので、装置の組立が容易となる。

【0024】

また、この結像レンズ 2 は、2 枚のレンズ 2 1、2 2 の合計 4 つのレンズ面のうち少なくとも 1 つのレンズ面に、アナモフィックな非球面を有していることが好ましい。このアナモフィック面は、光源 1 に配された複数のレーザ素子の配列方向、ならびに、この配列方向および結像レンズ 2 の光軸に直交する方向において、屈折力が異なるものとするのが好ましい。この結像レンズ 2 のアナモフィックな非球面の形状は、下記に示す式により表される。

【0025】

【数 2】

$$Z = \frac{CR \cdot X^2 + \frac{Y^2}{r}}{1 + \sqrt{1 - \left[K_{AX} \cdot (CR \cdot X)^2 + K_{AY} \cdot \left(\frac{Y}{r} \right)^2 \right]}} + \sum_{i=2}^5 A_{2i} \cdot \left[(1 - K_i) \cdot X^2 + (1 + K_i) \cdot Y^2 \right]^i \quad \dots (2)$$

ただし、
 Z : 光軸から (X, Y) の非球面上の点より非球面頂点の接平面
 (光軸に垂直な平面) に下ろした垂線の長さ
 X : 光軸からの距離の X 方向成分
 Y : 光軸からの距離の Y 方向成分
 CR : XZ 断面の近軸曲率
 r : YZ 断面の近軸曲率半径
 K_{AX} : X 方向の離心率
 K_{AY} : Y 方向の離心率
 A_{2i} : 非球面係数の回転対称成分
 K_i : 非球面係数の非回転対称成分

【0026】

アナモフィック面とすることにより、レーザ素子の配列方向とその直交方向とで、各レーザ素子から出射される光束に非点隔差が有る場合に上記 2 方向で別々に焦点を合わせることができ、また、上記 2 方向で、像面湾曲を別々に補正することが容易になる。

【0027】

さらに、結像レンズ 2 において少なくとも 2 つの面をアナモフィック面とすることにより、感光面 4 上に結像される光点形状を、上記 2 方向で、結像倍率を互いに異ならせて、所望の形状に調整することができる。

【0028】

また、一般に半導体レーザにおいては、その方向によって光束の拡がり角に差異が生じることも多く、そのような場合には、結像レンズ 2 の全ての面形状を光軸に対して回転対称な形状とすると、感光面上のビームスポット形状が扁平となってしまう。少なくとも 2 つの面をアナモフィック面とすることにより、各レーザ素子から出射される光束の拡がり角が上記 2 方向で異なっている場合にも、感光面 4 上に結像される光点形状を上記 2 方向で別々に設定し、所望の形状となる

ように調整することができる。

【0029】

また、この結像レンズ2は、2枚のレンズ21、22の合計4つのレンズ面のうち少なくとも1つのレンズ面に、回折光学面(DOE)を有していることが好ましい。回折光学面の形状は、下記に示す式により表される。この回折光学面により、波長を λ 、回折光学面位相差関数を ϕ として、1次回折光に $\lambda \times \phi / 2\pi$ の光路差が付加される。

【0030】

【数3】

$$\phi = \sum_{i=1} C_i Y^{2i} \dots (3)$$

ただし、
Y: 光軸からの高さ
C_i: 2i次の係数

【0031】

回折光学面を使用することにより、レーザ素子同士の波長の違いにより生ずる結像光点間隔の不一致による画像のむらを、小さく抑えることができる。また温度変動などにより、各レーザ素子間に、または1つのレーザ素子において、波長の変動が生じて、それによる感光面4上の結像光点の倍率方向および/または光軸方向での位置ずれを、防止することができる。

【0032】

また、この結像レンズ2は、上述のとおり各レーザ素子からの各光束の中央近傍の光線を第1のレンズ21と第2のレンズ22との間で互いに交差させるように作用するが、この交差位置の近傍には、図示のとおり、開口絞り3が配されていることが好ましい。開口絞り3を2枚のレンズ21、22の間に配置することで、歪曲収差を小さくし得る設計が容易となり、感光面4上の各ビームスポット形状寸法の差異を小さくすることができる。

【0033】

この開口絞り3は、上述した感光面4上の結像光点の形状を容易に変更し得る

ように、レーザ素子配列方向とその直交する方向とで開口幅を独立に変更可能としておくことが望ましい。また、開口絞り 3 の開口形状は、円形、楕円、矩形など適宜その形状寸法を決定することができる。

【0034】

また、この結像レンズ 2 は、光源側でテレセントリックとされていることが望ましい。レーザ素子から射出される光束はある拡がりをもっており、光束中心部の光強度がもっとも大きく、角度が大きくなるに従って光強度が小さくなっていく。すなわち、各レーザ素子からの光束中心が互いに平行になっている場合、各レーザ素子からの光束中心が、一点（開口絞りを配した場合その開口中心となる位置）で交差し感光面 4 に向うことが、光の利用効率上、理想的である。結像レンズ 2 を光源側でテレセントリックとし、各レーザ素子からの光束中心部が開口中央部（開口絞りを配さない場合もそれに準ずる部分を示す。以下の説明においても同様である。）を通過するように構成することが、光源 1 の光量の有効利用を可能とする。

【0035】

実用上好ましい程度としては、光源 1 と結像レンズ 2 との間の空間において、各レーザ素子から射出される光束中の、開口絞り中心を通る光線（以下、主光線と称する）と、レーザ素子からの射出光束中央の光線（以下、中央光線と称する）とのなす角が、下記条件式（4）および（5）の範囲内であることが好ましい。

$$\alpha_y < \theta_y / 2 \quad \cdots \quad (4)$$

$$\alpha_x < \theta_x / 2 \quad \cdots \quad (5)$$

ただし、

α_y : レーザ素子配列方向断面において、主光線と中央光線とのなす角

α_x : レーザ素子配列方向と直交する方向断面において、主光線と中央光線とのなす角

θ_y : レーザ素子配列方向断面において、光強度が光束中心の 50% となる角度

θ_x : レーザ素子配列方向と直交する方向断面において、光強度が光束中心の 50% となる角度

【0036】

なお、上記 θ_y および θ_x の範囲を図2において模式的に示す。図2は、レーザ素子11から出射される光束について示したものであり、方向Yがレーザ素子配列方向となっている。

【0037】

さらに、この結像レンズ2は、下記の条件式(6)を満足することが好ましい。

$$0.5 < L / \{ D_{21} \cdot (1 - 1/M) \} < 2.0 \quad \cdots \quad (6)$$

ここで、

L: 半導体レーザアレイ光源1から第1のレンズ21の光源側の面までの距離

D_{21} : 第1のレンズ21の結像側の面から、各半導体レーザ素子からの光束中心が交差する位置までの光軸方向距離

M: 結像倍率

【0038】

なお、上記 D_{21} に関し、「各半導体レーザ素子からの光束中心が交差する位置」は、開口絞り3が配されている場合は開口絞り位置と同等となる。この条件式(6)を満足することにより、結像レンズ2は光源側のテレセントリック性を犠牲にすることなく、より良好に収差補正し得るものとなる。

【0039】

テレセントリック性を維持しつつこの下限値を越えると、第1のレンズ21による光源1の各レーザ素子からの各光束の中央近傍の光線の交差位置と感光面4との間のレンズパワーとして、正のパワーを強くしなくてはならなくなり、像面湾曲、コマ収差などの諸収差を良好に補正するためには、レンズ構成枚数を増加せざるを得なくなる。また、テレセントリック性を維持しつつこの上限値を越えると、上記光線交差位置と感光面4との間のレンズパワーとして、負のパワーを強くしなくてはならなくなり、像面湾曲、コマ収差などの諸収差を良好に補正するためには、やはりレンズ構成枚数を増加せざるを得なくなる。

【0040】

以下に示す実施例においては、この条件式(6)に対する値は $0.8 < L / \{ D$

$21 \cdot (1 - 1/M) \}$ < 1.7 の範囲内にあり望ましい設計バランスを達成しているが、結像倍率などの設計条件によりこの値は上記条件式 (6) の範囲内で変動しても差し支えない。

【0041】

また、この結像レンズ 2 のレンズ材料としては、光学ガラスおよびプラスチックのいずれを用いることも可能である。プラスチックを使用した場合には、ローコスト化が可能となるほか、レンズを成形により製作し得るので、半導体レーザ素子が列状に配列された半導体レーザアレイ光源 1 からの出射光束を入射させるのに好適な、レーザ素子配列方向に長い短冊状の形状にすることや、装置への取り付けに関わる形状を一体に製作することも容易となる。

【0042】

また、ガラス材料による球面レンズの表面に薄いプラスチック層を設けて非球面化した、いわゆる複合非球面レンズも、本実施形態において 1 枚の非球面レンズとして同等に用いることができる。

【0043】

また、本発明の画像形成装置としては上記実施形態のものに限られるものではなく、種々の態様の変更、あるいは機能の付加が可能である。例えば図 3 に示すように、装置の寸法制約などに応じて、光路途中にミラー 5 を配置し光路を折り曲げた構成としても良い。

【0044】

また、図 4 に示すように、複数の半導体レーザ素子を列状に配列してなる半導体レーザアレイ光源 1 は、1 つのレーザ素子列を備えたものに限られず、印字の高速化、印字ドットの高密度化などのため、複数のレーザ素子列を備えたものとすることができる。例えば図 4 は、複数のレーザ素子 11 が列状に配列されたレーザ素子列を、3 列とした場合の半導体レーザアレイ光源 1 の例である。各レーザ素子列のレーザ素子 11 は、レーザ素子配列方向 Y にレーザ素子ピッチの $1/3$ ずつずれている。複数のレーザ素子列を備えた半導体レーザアレイ光源 1 では、このようにレーザ素子ピッチをずらし、レーザ素子間隔を略均等にすることが好ましい。

【0045】

また、半導体レーザアレイ光源 1 の各半導体レーザ素子を、結像レンズ 2 に向かって凹形状をなす所定の円弧状に配列することも可能である。このようにレーザ素子を配列することにより、半導体レーザアレイ光源 1 からの指向性の強い各光束を、前述の実施形態の如きテレセントリックな系とせずとも有効に結像レンズ 2 の瞳に導くことが可能である。また、半導体レーザアレイ光源 1 の各半導体レーザ素子を、上述のような凹形状の円弧状に配列しなくても、配列の両端部に近いほど発光方向の結像レンズ 2 の光軸とのなす角が大きくなるようにすることで同様の効果が得られる。

【0046】

さらに、半導体レーザアレイ光源 1 の半導体レーザ素子の数としては上記実施形態のものに限られず、用途に応じてその配列するレーザ素子の数を適宜変更することが可能である。

【0047】

また、例えば、感光面上で中央部分よりも周辺部分の光量の利用効率が低い場合には、該周辺部分に導かれる半導体レーザアレイ光源 1 のレーザ素子の出力を、該中央部分に導かれる半導体レーザアレイ光源 1 のレーザ素子の出力に対して大とすることで、感光面上の光量の均一化を図ることが可能である。

【0048】

また、本発明の画像形成装置は、実施に際し、半導体レーザアレイ光源 1 と感光面 4 との間に光源保護や防塵用のガラスまたはプラスチック製の平行平板やフィルタを配することができる。また、各レーザ素子からの光束の拡がり角や非点隔差を適宜整えるために、光源近傍に微小なレンズを配することができる。

【0049】

なお、本発明の画像形成装置としてはレーザプリンタ装置に限られるものではない。例えば、被走査面上に画像を置き、半導体レーザアレイ光源 1 の各レーザ素子を順次もしくは同時に点滅させて照射し、この光源 1 からの各光束により形成される該被走査面上のドット列方向と略直交する方向に画像を移動させ、その画像の反射光を受光する手段を設けることにより画像情報を取り込む画像読取装

置とすることもできる。また、上記実施形態のものにおいては、被走査面として感光面を用いているが、この面上に所定のプリントができれば、もちろん感光面に限られるものではない。

【0050】

【実施例】

以下、本発明に係るレーザアレイ結像レンズの8つの実施例について具体的数値をあげて説明する。なお、図5は実施例1～7に係るレーザアレイ結像レンズの構成を模式的に示すものであり、図6は実施例8に係るレーザアレイ結像レンズの構成を模式的に示すものである。

【0051】

また、以下に示す表1～8は各々実施例1～8に係るレーザアレイ結像レンズの具体的数値を示すものである。各表の上段には、その実施例における各レンズ面の曲率半径 R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔 D (mm) ならびに各レンズの、波長780nmの光線に対する屈折率 N および d 線に対するアッペ数 ν が示されている。なお、各表において、各記号 R 、 D 、 N 、 ν に対応させた数字は光源側から順次増加するようになっている。

【0052】

また各表の中段には、その実施例に係る結像レンズの、第1のレンズ21および第2のレンズ22の焦点距離 f_1 、 f_2 、全体の焦点距離 f 、Fナンバー FNO 、半導体レーザアレイ光源から結像レンズの光源側の面までの距離 L 、結像レンズの全長 D 、結像レンズの像側の面から結像面（感光面）までの距離 L' 、結像倍率 M 、半導体レーザアレイ光源から結像面（感光面）までの距離 $TC L$ 、および、上記条件式(6)に対応する値を示す。また各表の下段には、その実施例に係る結像レンズの、各非球面の非球面係数、各アナモフィック非球面のアナモフィック非球面係数、ならびに回折光学面を付加された非球面の非球面係数および回折光学面位相差関数の2次の係数 C_{01} を、必要に応じて示す。

【0053】

なお、本発明のレーザアレイ結像レンズとしてはこれら実施例1～8のものに限られるものではなく、例えばレンズの形状や光軸上の面間隔は適宜選択し得る

。

【0054】

<実施例1>

本実施例に係るレーザアレイ結像レンズは、両方の面が非球面とされた第1のレンズ21および両方の面が非球面とされた第2のレンズ22の2枚のレンズからなる。また、この第1のレンズ21の作用により各レーザ素子からの各光束の中央近傍の光線は結像レンズの光軸上の略一点で互いに交差し、この位置に開口絞り3が配置されている。また、この結像レンズは、光源側でテレセントリックとされている。

【0055】

【表 1】

面	R	D	N_{780nm}	ν_d
1 *	41.3581	14.0000	1.70400	53.9
2 *	96.1091	80.2256 (D_{21})		
絞り		20.0000 (D_{22})		
3 *	22.7742	16.3000	1.70400	53.9
4 *	18.5425			

f_1	93.270
f_2	239.689
f	72.882
FNO	50.000
L	79.131
D	130.526
L'	598.587
M	-8.467
TCL	808.244
$L/[D_{21} \cdot (1-1/M)]$	0.882

非球面係数

	第1面	第2面	第3面	第4面
K	7.9193×10^{-1}	4.0861	4.5833×10^{-1}	5.7476×10^{-1}
A_4	-6.3007×10^{-7}	3.7459×10^{-7}	-2.2274×10^{-7}	-5.2749×10^{-8}
A_6	-1.5000×10^{-13}	-3.1393×10^{-12}	1.7811×10^{-11}	-1.3447×10^{-11}
A_8	3.7557×10^{-15}	-1.3213×10^{-15}	0.0000	0.0000
A_{10}	1.5283×10^{-19}	-3.6561×10^{-20}	0.0000	0.0000

【0056】

<実施例 2>

本実施例に係るレーザアレイ結像レンズは、実施例 1 のものと同様に、両方の面が非球面とされた第 1 のレンズ 21 および両方の面が非球面とされた第 2 のレンズ 22 の 2 枚のレンズからなる。また、実施例 1 のものと同様に、この結像レンズに関しても開口絞り 3 が配置され、また、この結像レンズも、光源側でテレセントリックとされている。

【0057】

【表 2】

面	R	D	N_{780nm}	ν_d
1 *	47.282	14.000	1.57166	30.3
2 *	-152.861	57.838 (D_{21})		
絞り		25.721 (D_{22})		
3 *	-15.222	16.300	1.57166	30.3
4 *	-26.599			

f_1	64.820
f_2	-130.014
f	66.486
FNO	50.000
L	103.661
D	113.859
L'	515.623
M	-8.467
TCL	733.1426
$L/[D_{21} \cdot (1-1/M)]$	1.603

非球面係数

	第1面	第2面	第3面	第4面
K	4.4448×10^{-1}	3.4849	5.9512×10^{-1}	7.4313×10^{-1}
A_4	-6.0486×10^{-7}	5.9000×10^{-7}	-2.4260×10^{-8}	2.7887×10^{-7}
A_6	-6.2050×10^{-12}	2.2359×10^{-12}	1.4444×10^{-11}	-2.1893×10^{-11}
A_8	2.5528×10^{-15}	-4.4633×10^{-16}	0.0000	0.0000
A_{10}	1.1188×10^{-19}	-9.8838×10^{-21}	0.0000	0.0000

【0058】

<実施例 3>

本実施例に係るレーザアレイ結像レンズは、実施例 1 のものと同様に、両方の面が非球面とされた第 1 のレンズ 2 1 および両方の面が非球面とされた第 2 のレンズ 2 2 の 2 枚のレンズからなる。また、実施例 1 のものと同様に、この結像レンズに関しても開口絞り 3 が配置され、また、この結像レンズも、光源側でテレセントリックとされている。

【0059】

【表 3】

面	R	D	N_{780nm}	ν_d
1 *	53.322	14.000	1.57166	30.3
2 *	-67.732	55.492 (D_{21})		
絞り		44.235 (D_{22})		
3 *	-16.818	12.000	1.57166	30.3
4 *	-37.707			

f_1	54.48085
f_2	-67.131
f	33.306
FNO	50.000
L	81.349
D	125.728
L'	238.4799
M	-8.467
TCL	445.556
$L/[D_{21} \cdot (1-1/M)]$	1.311

非球面係数

	第1面	第2面	第3面	第4面
K	2.1531×10^{-1}	1.1435	6.0830×10^{-1}	9.7960×10^{-1}
A_4	-9.9749×10^{-7}	1.3480×10^{-6}	1.3367×10^{-7}	-2.8209×10^{-7}
A_6	1.0270×10^{-10}	-1.1032×10^{-10}	1.1296×10^{-11}	1.1905×10^{-11}
A_8	3.5022×10^{-15}	-1.0021×10^{-15}	0.0000	0.0000
A_{10}	3.4580×10^{-20}	8.0698×10^{-20}	0.0000	0.0000

【0060】

<実施例 4>

本実施例に係るレーザレイ結像レンズは、両方の面が非球面とされた第1のレンズ21および両方の面が球面とされた第2のレンズ22の2枚のレンズからなる。また、実施例1のものと同様に、この結像レンズに関しても開口絞り3が配置され、また、この結像レンズも、光源側でテレセントリックとされている。

【0061】

【表 4】

面	R	D	N_{780nm}	ν_d
1 *	51.113	14.000	1.70400	53.9
2 *	-188.676	51.911 (D_{21})		
絞り		30.199 (D_{22})		
3	-16.578	18.000	1.70400	53.9
4	-26.672			

f_1	58.540
f_2	-236.339
f	68.956
FNO	50.000
L	81.969
D	114.110
L'	519.851
M	-8.467
TCL	715.931
$L/[D_{21} \cdot (1-1/M)]$	1.412

非球面係数

	第1面	第2面
K	3.7944×10^{-1}	4.5737
A_4	-5.4464×10^{-7}	5.0620×10^{-7}
A_6	8.9963×10^{-12}	-1.1767×10^{-11}
A_8	5.8288×10^{-16}	1.3204×10^{-15}
A_{10}	2.5253×10^{-20}	6.0671×10^{-20}

【0062】

<実施例 5>

本実施例に係るレーザレイ結像レンズは、光源側の面が、非球面かつ、レーザ素子配列方向と、その方向に直交する方向の屈折力が異なるアナモフィック面とされ、結像面側の面が非球面とされた第1のレンズ21、および光源側の面が非球面とされ、結像面側の面が、非球面かつ、レーザ素子配列方向と、その方向に直交する方向の屈折力が異なるアナモフィック面とされた第2のレンズ22の、2枚のレンズからなる。また、実施例1のものと同様に、この結像レンズに関しても開口絞り3が配置され、また、この結像レンズも、光源側でテレセントリ

ックとされている。

【0063】

【表5】

面	R	D	N_{780nm}	ν_d
1 *	47.282	14.000	1.57166	30.3
2 *	-152.861	57.838 (D_{21})		
絞り		25.721 (D_{22})		
3 *	-15.222	16.300	1.57166	30.3
4 *	-26.599			

f_1	64.820
f_2	-130.014
f	66.486
FNO	50.000
L	103.661
D	113.859
L'	515.623
M	-8.467
TCL	733.143
$L/\{D_{21} \cdot (1-1/M)\}$	1.603

非球面係数

	第1面 (アナモフィック面)	第4面 (アナモフィック面)
CR	2.2222×10^{-2}	-3.3959×10^{-2}
K_{AX}	-1.5393×10^{-1}	8.9973×10^{-1}
K_{AY}	2.5909×10^{-1}	7.3747×10^{-1}
A_4	-1.7921×10^{-7}	5.8627×10^{-8}
K_2	4.7973×10^{-1}	9.3576×10^{-1}
A_6	4.0526×10^{-12}	-3.1499×10^{-13}
K_3	1.6947	1.0058
A_8	-1.6911×10^{-16}	5.2805×10^{-19}
K_4	3.7025	1.0000
A_{10}	-4.6309×10^{-23}	5.8168×10^{-27}
K_5	1.0007	1.0000

	第2面 (非球面)	第3面 (非球面)
K	3.4849	5.9512×10^{-1}
A_4	5.9000×10^{-7}	-2.4260×10^{-8}
A_6	2.2359×10^{-12}	1.4444×10^{-11}
A_8	-4.4633×10^{-16}	0.0000
A_{10}	-9.8838×10^{-21}	0.0000

【0064】

<実施例6>

本実施例に係るレーザアレイ結像レンズは、光源側の面が、非球面かつ、レー

ザ素子配列方向と、その方向に直交する方向の屈折力が異なるアナモフィック面とされ、結像面側の面が非球面とされた第 1 のレンズ 2 1、および両方の面が球面とされた第 2 のレンズ 2 2 の、2 枚のレンズからなる。また、実施例 1 のものと同様に、この結像レンズに関しても開口絞り 3 が配置され、また、この結像レンズも、光源側でテレセントリックとされている。

【 0 0 6 5 】

【表 6】

面	R	D	N_{780nm}	ν_d
1 *	44.045	14.000	1.57166	30.3
2	-149.774	54.076 (D_{21})		
絞り		19.621 (D_{22})		
3	-17.907	16.300	1.57166	30.3
4 *	-26.706			

f_1	61.145
f_2	-291.509
f	72.335
FNO	50.000
L	82.782
D	103.997
L'	569.271
M	-8.467
TCL	756.050
$L/[D_{21} \cdot (1-1/M)]$	1.369

非球面係数

	第1面 (アナモフィック面)
CR	2.2700×10^{-2}
K_{AX}	-1.1901×10^{-1}
K_{AY}	1.7320×10^{-1}
A_4	-1.7835×10^{-7}
K_2	5.5118×10^{-1}
A_6	2.5875×10^{-11}
K_3	1.8093
A_8	-1.4659×10^{-15}
K_4	3.7303
A_{10}	2.3090×10^{-19}
K_5	1.0176

	第2面 (非球面)
K	3.3327
A_4	6.7184×10^{-7}
A_6	-4.0727×10^{-12}
A_8	-5.7723×10^{-16}
A_{10}	-1.7031×10^{-20}

【0066】

<実施例 7>

本実施例に係るレーザアレイ結像レンズは、光源側の面が回折光学面を付加した非球面とされ、結像面側の面が非球面とされた第1のレンズ21、および両方

の面が非球面とされた第2のレンズ22の、2枚のレンズからなる。また、実施例1のものと同様に、この結像レンズに関しても開口絞り3が配置され、また、この結像レンズも、光源側でテレセントリックとされている。

【0067】

【表7】

面	R	D	N_{780nm}	ν_d
1 *	53.070	14.000	1.57166	30.3
2 *	-60.299	44.052 (D_{21})		
絞り		49.996 (D_{22})		
3 *	-16.799	12.000	1.57166	30.3
4 *	-35.546			

f_1	51.699
f_2	-72.632
f	31.452
FNO	50.000
L	70.119
D	120.048
L'	221.188
M	-8.467
TCL	411.355
$L/[D_{21} \cdot (1-1/M)]$	1.424

非球面係数

	第1面 (DOE非球面)
K	-6.5493×10^{-1}
A_4	-8.8304×10^{-7}
A_6	1.4045×10^{-10}
A_8	4.4624×10^{-15}
A_{10}	5.7609×10^{-20}
C_{01}	-4.2500

	第2面 (非球面)	第3面 (非球面)	第4面 (非球面)
K	1.2598	5.9031×10^{-1}	8.3114×10^{-1}
A_4	1.6202×10^{-6}	2.2740×10^{-7}	-5.3881×10^{-7}
A_6	-1.5590×10^{-10}	9.2582×10^{-12}	2.5521×10^{-11}
A_8	-2.1992×10^{-15}	0.0000	0.0000
A_{10}	5.5543×10^{-20}	0.0000	0.0000

【0068】

<実施例8>

本実施例に係るレーザアレイ結像レンズは、両方の面が非球面とされた第1のレンズ21、および両方の面が球面とされたガラス製レンズの結像面側の面の表面に薄いプラスチック層6を設けて非球面化した、いわゆる複合非球面を有する

第2のレンズ22の、2枚のレンズからなる。本発明においては、このような複合非球面レンズも1枚の非球面レンズと同等に用いることができる。また、実施例1のものと同様に、この結像レンズに関しても開口絞り3が配置され、また、この結像レンズも、光源側でテレセントリックとされている。

【0069】

【表8】

面	R	D	N_{780nm}	ν_d
1 *	57.577	14.000	1.70400	53.9
2 *	-180.840	57.178 (D_{21})		
絞り		31.996 (D_{22})		
3	-20.535	8.000	1.70400	53.9
4	-34.846	0.100	1.48471	57.5
5 *	-36.254			

f_1	63.577
f_2	-87.484
f	49.966
FNO	50.000
L	103.756
D	111.274
L'	390.070
M	-8.467
TCL	605.100
$L/\{D_{21} \cdot (1-1/M)\}$	1.623

非球面係数

	第1面	第2面	第5面
K	8.6195×10^{-1}	4.1289	1.9996
A_4	-5.7466×10^{-7}	6.1657×10^{-7}	-5.5188×10^{-8}
A_6	-3.6281×10^{-12}	-6.9178×10^{-12}	8.4698×10^{-13}
A_8	1.9195×10^{-15}	5.5554×10^{-17}	3.1668×10^{-17}
A_{10}	9.8306×10^{-20}	4.5809×10^{-21}	5.6358×10^{-22}

【0070】

上記各実施例1～8における各収差図を図7～14に示す。各収差図としては、全ての実施例に関し球面収差、非点収差、ディストーションおよび横収差の収

差図が示されるとともに、実施例 3 および実施例 7 に関しては倍率色収差の収差図が付記されている。これらの収差図において y' は高さを示す。また、非点収差図には、サジタル像面およびタンジェンシャル像面に対する収差が示されている。なお、各収差図は波長 780 nm の光線に対する収差を示しているが、実施例 3 および実施例 7 の球面収差図および倍率色収差図においては、比較のために、波長 770 nm および波長 790 nm の光線に関する各収差を併せて記載している。

【0071】

図 7～14 から明らかなように、各実施例 1～8 によれば、波長 780 nm の光線に対し各収差を全て良好なものとすることができる。また、非球面およびアナモフィック非球面を適宜用いることにより、より良好な収差補正を行い得ることが明らかである。また、実施例 3 および実施例 7 の各収差図の比較から明らかなように、実施例 7 によれば回折光学面の作用により、波長 770 nm および波長 790 nm の光線に対しても軸上色収差、倍率色収差とも小さく補正されている。このような構成によれば、各レーザ素子間に、または 1 つのレーザ素子において、波長の変動が生じて、良好な結像性能を維持することができる。

【0072】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明のレーザアレイ結像レンズによれば、回転多面鏡を用いることなく被走査面上にレーザ光を走査するレンズとして、非球面レンズを含む 2 枚のレンズ構成で、各レーザ素子からの各光束の中央近傍の光線を第 1 のレンズと第 2 のレンズとの間で互いに交差させるという簡易な構成でありながら、光束を良好に被走査面上に導き得るレーザアレイ結像レンズを得ることができる。また、本発明の画像表示装置は、上記レーザアレイ結像レンズを用いることにより同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態に係るレーザプリンタ装置を示す断面図

【図 2】

レーザ素子から出射される光束について説明する図

【図 3】

本発明の別の実施形態に係るレーザプリンタ装置を示す断面図

【図 4】

複数のレーザ素子列を備えた半導体レーザアレイ光源を説明する図

【図 5】

実施例 1 ～ 7 に係るレーザアレイ結像レンズを示すレンズ構成図

【図 6】

実施例 8 に係るレーザアレイ結像レンズを示すレンズ構成図

【図 7】

実施例 1 に係るレーザアレイ結像レンズの各収差図

【図 8】

実施例 2 に係るレーザアレイ結像レンズの各収差図

【図 9】

実施例 3 に係るレーザアレイ結像レンズの各収差図

【図 1 0】

実施例 4 に係るレーザアレイ結像レンズの各収差図

【図 1 1】

実施例 5 に係るレーザアレイ結像レンズの各収差図

【図 1 2】

実施例 6 に係るレーザアレイ結像レンズの各収差図

【図 1 3】

実施例 7 に係るレーザアレイ結像レンズの各収差図

【図 1 4】

実施例 8 に係るレーザアレイ結像レンズの各収差図

【符号の説明】

- 1 半導体レーザアレイ光源
- 2 レーザアレイ結像レンズ
- 3 開口絞り
- 4 感光面

5 ミラー

6 プラスチック層

11 半導体レーザ素子

21 第1のレンズ

22 第2のレンズ

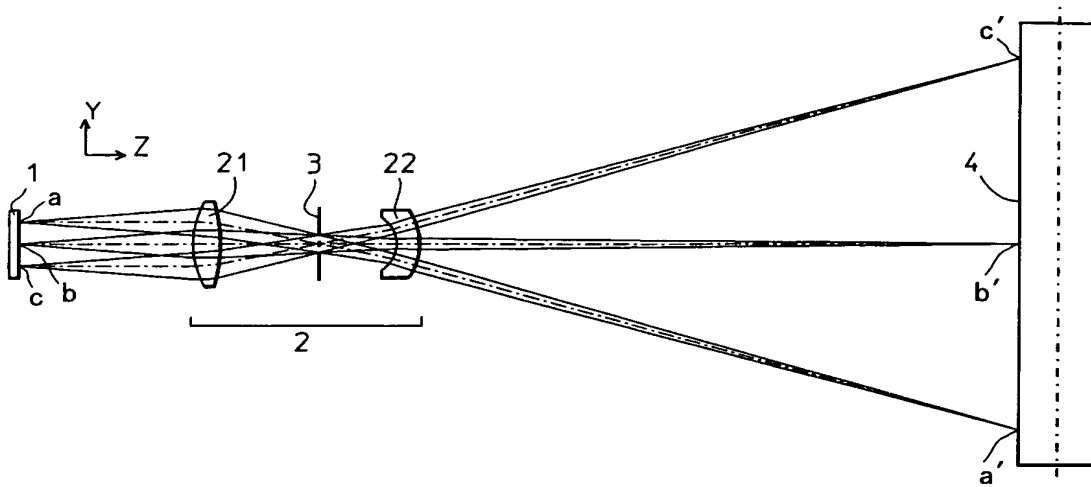
R₁～R₅ レンズ面

D₁、D₃、D₄、D₂₁、D₂₂ レンズの厚み（面間隔）

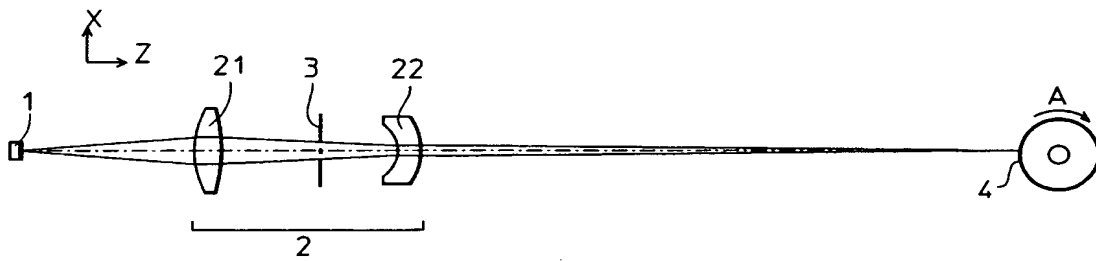
【書類名】 図面

【図 1】

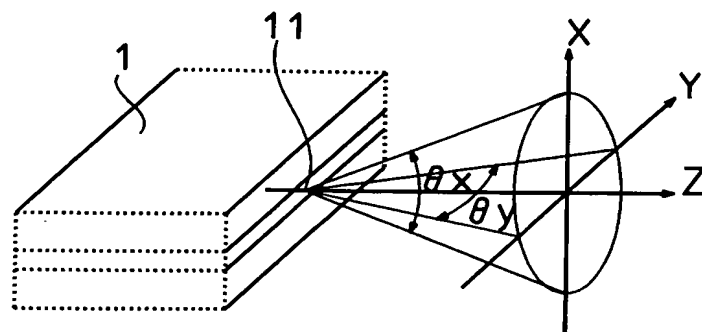
(a)



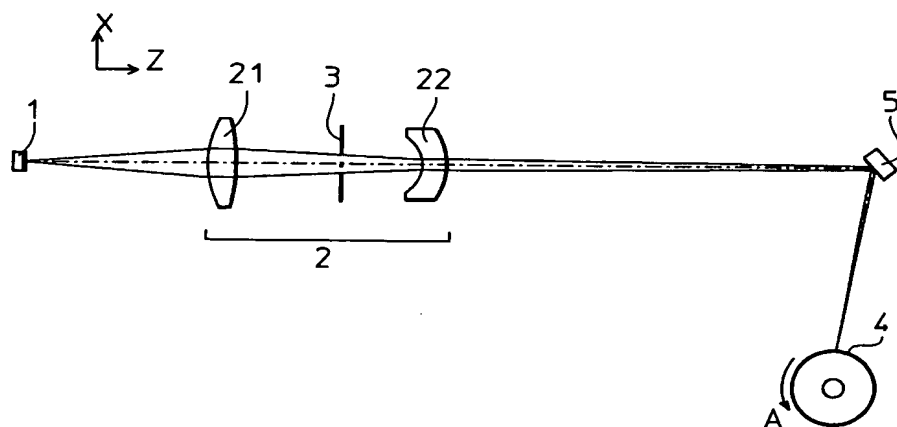
(b)



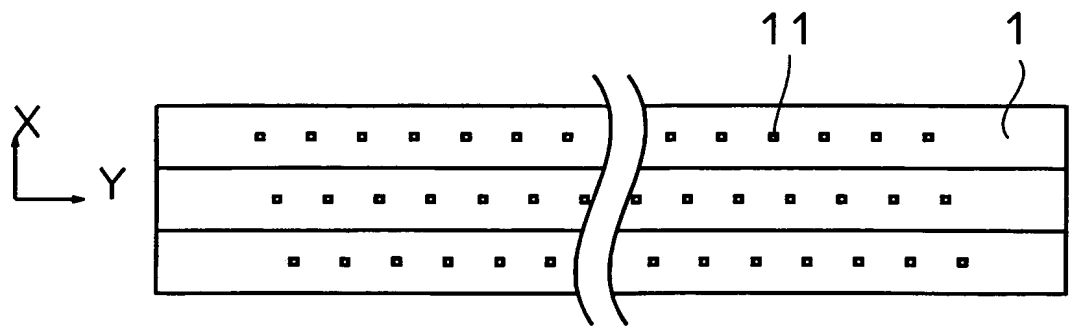
【図 2】



【図 3】

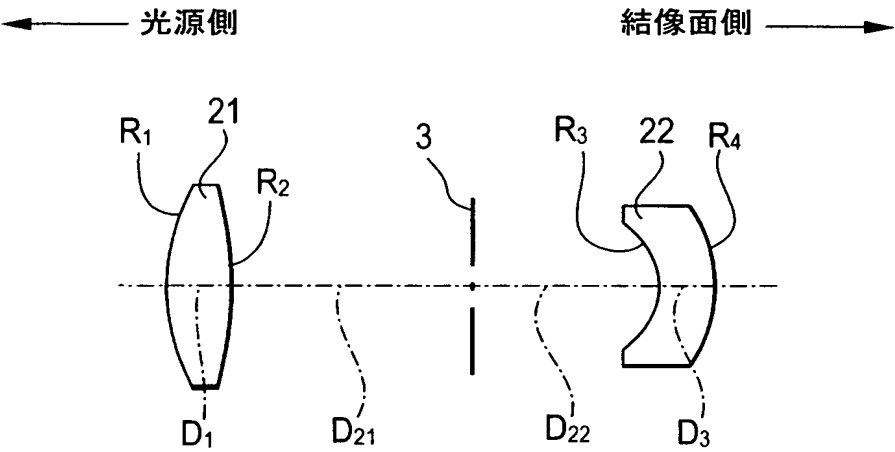


【図 4】



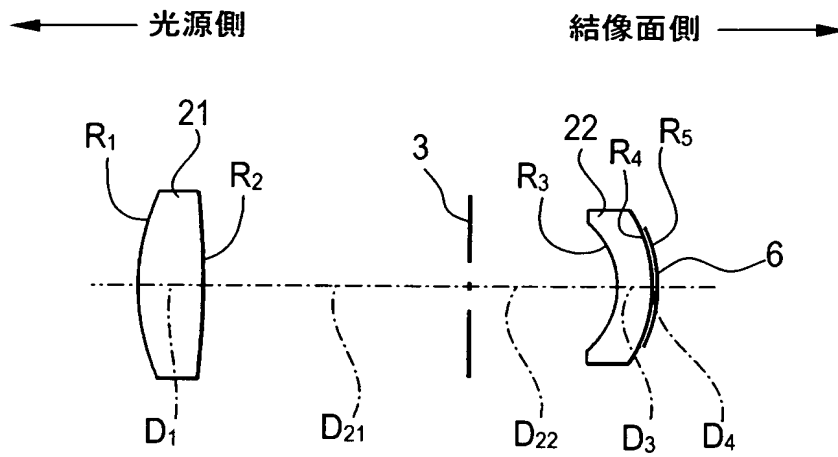
【図 5】

実施例 1 ~ 7



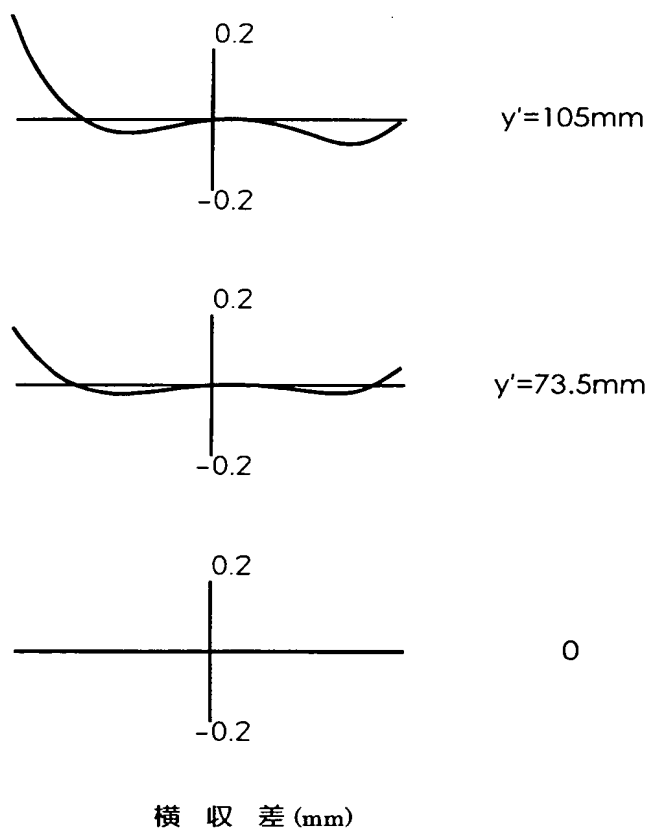
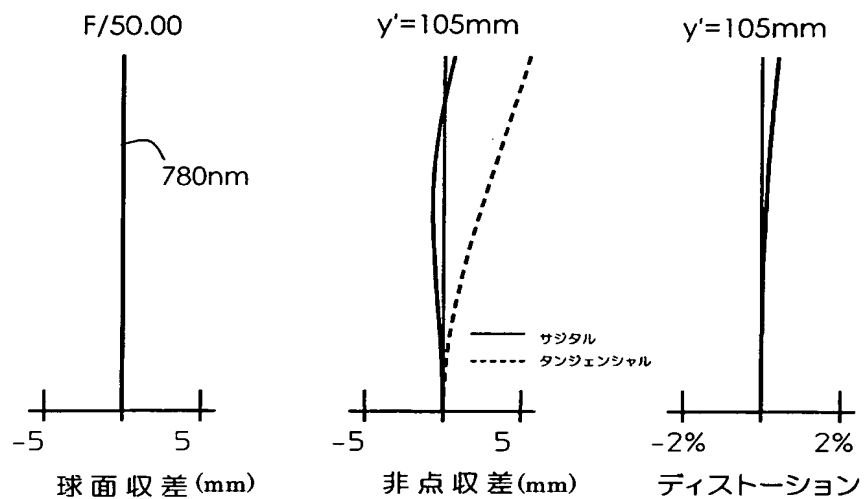
【図 6】

実 施 例 8



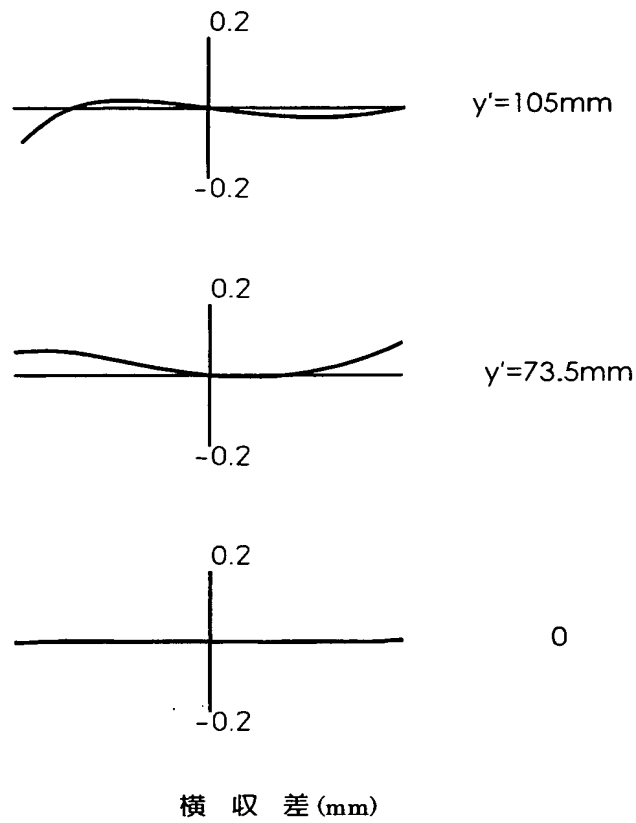
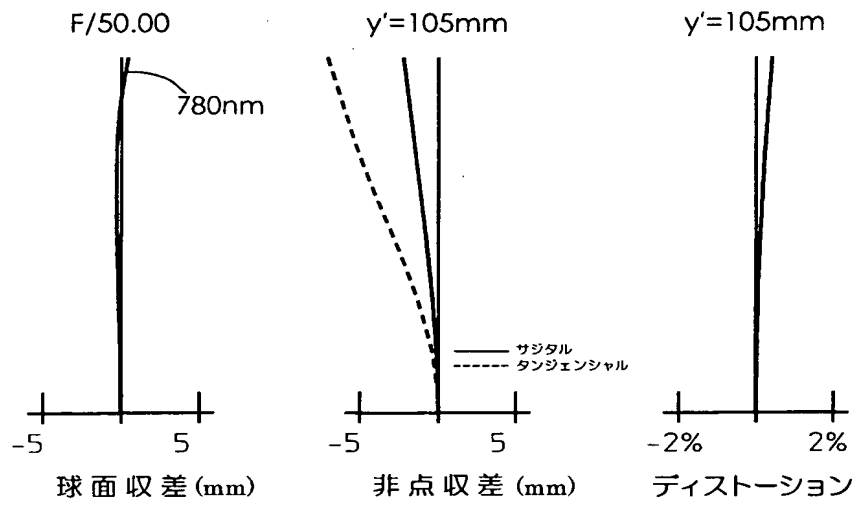
【図 7】

実施例 1



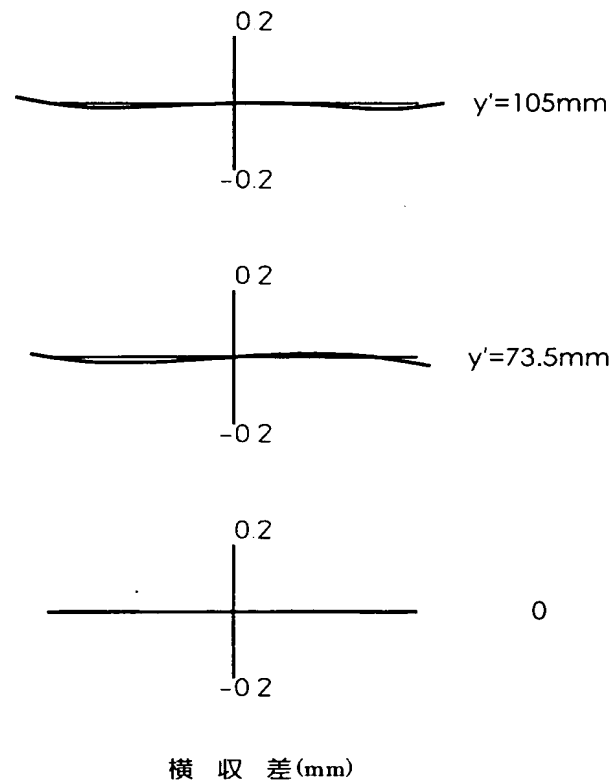
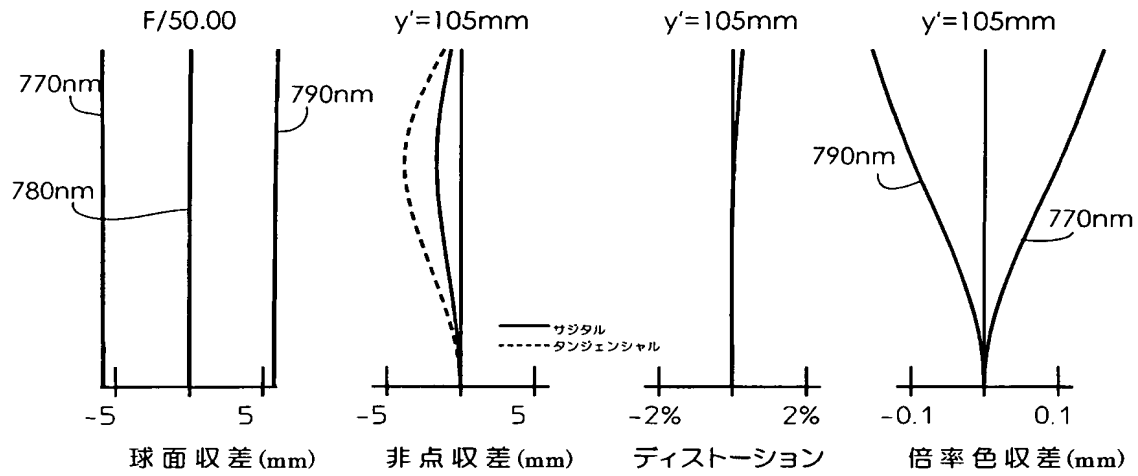
【図 8】

実施例 2



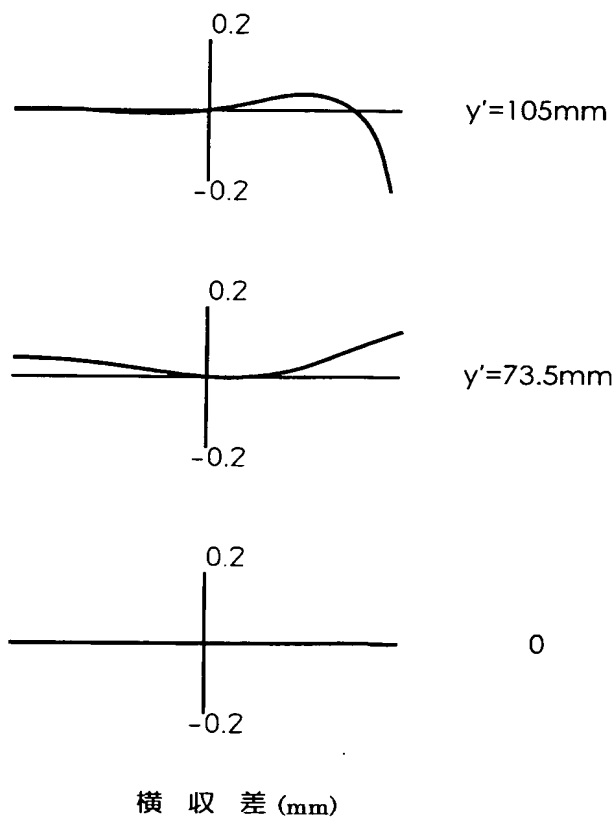
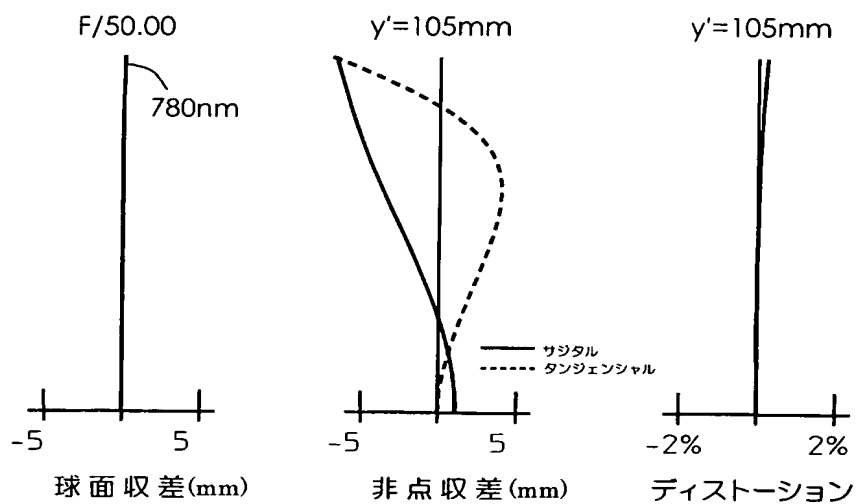
【図 9】

実施例 3



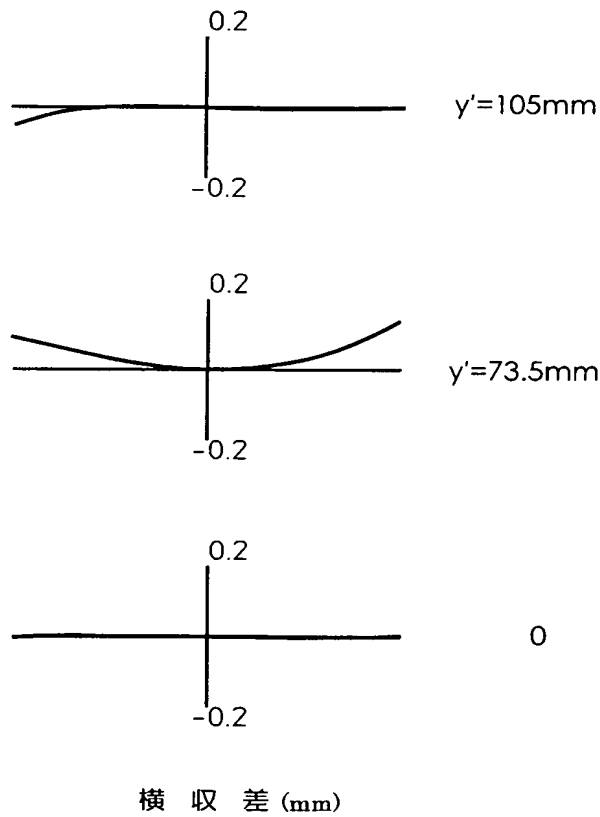
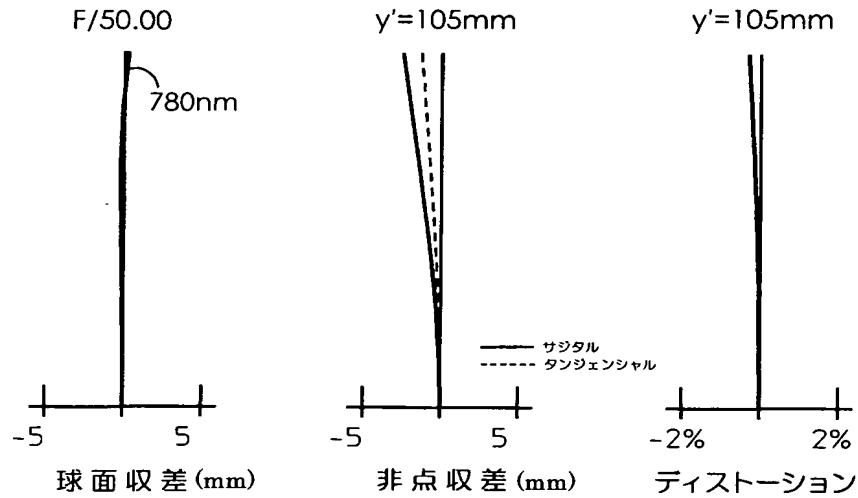
【図 10】

実施例 4



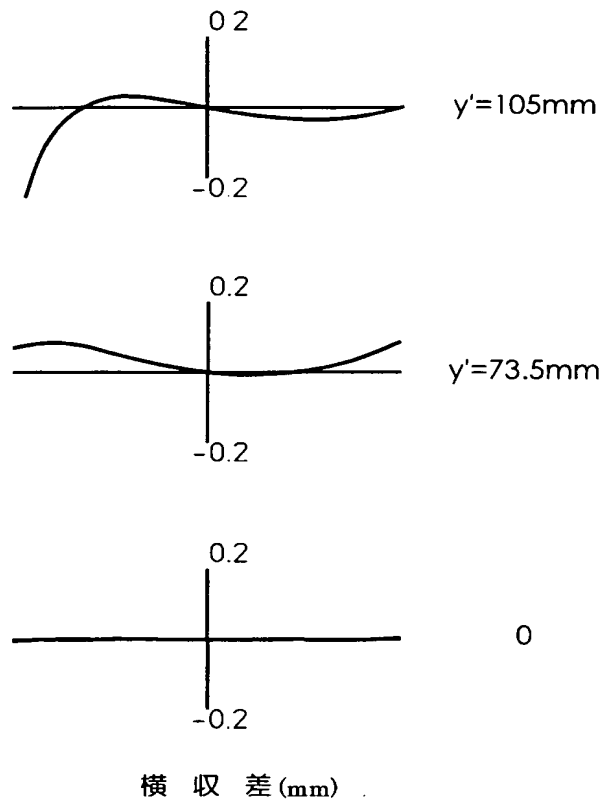
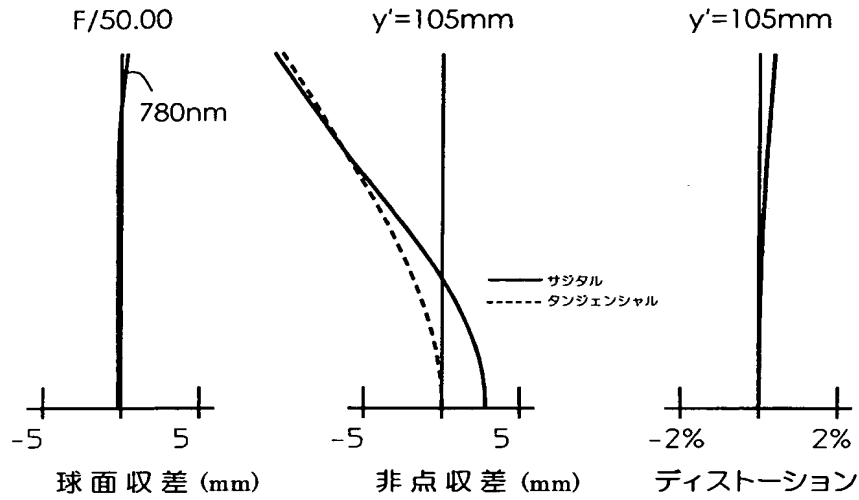
【図 11】

実施例 5



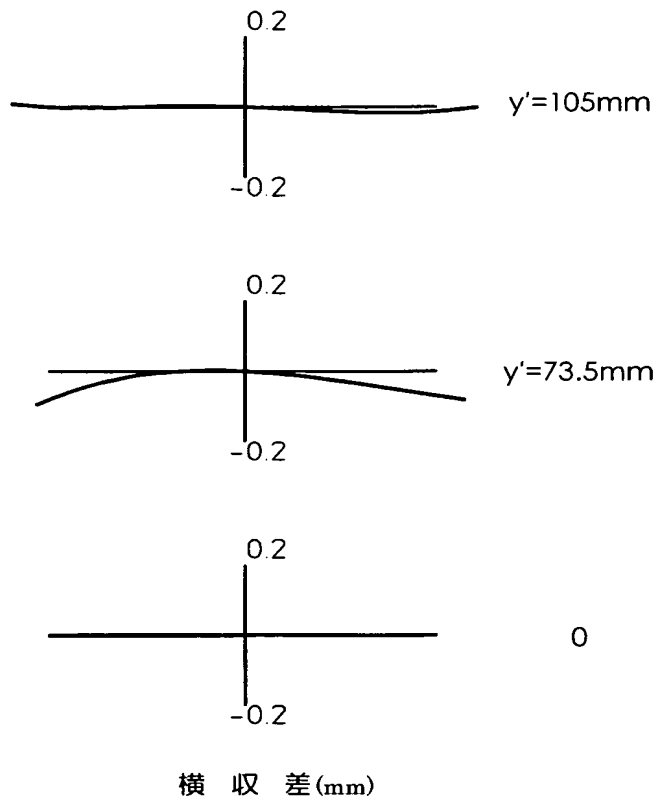
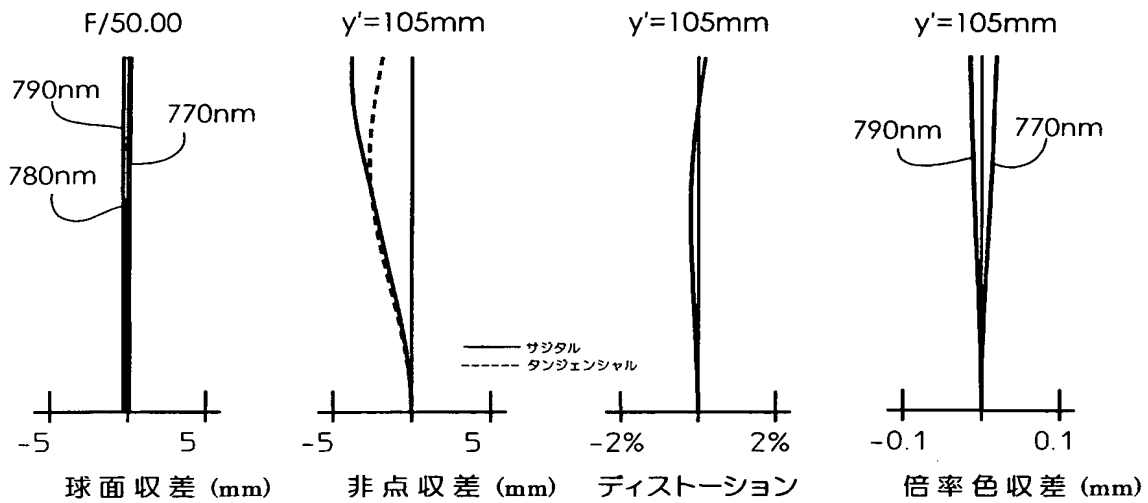
【図 12】

実施例 6



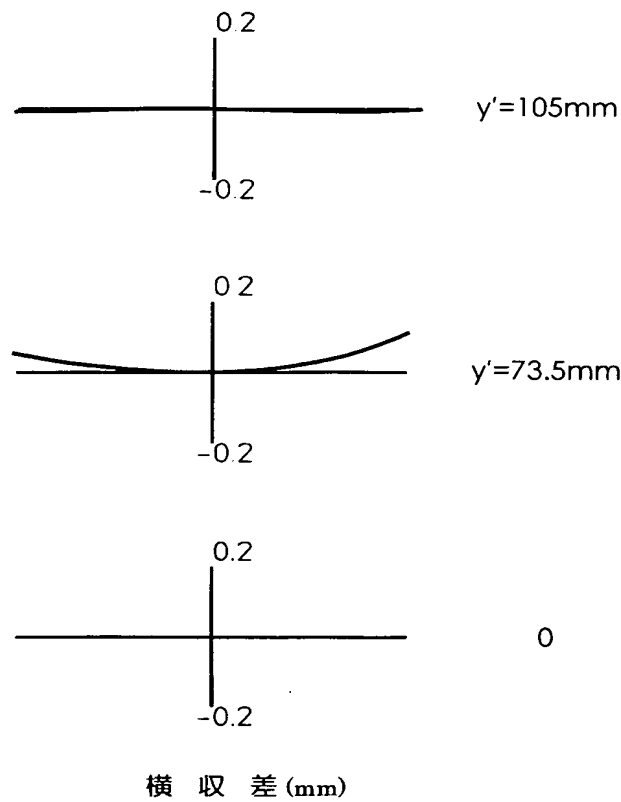
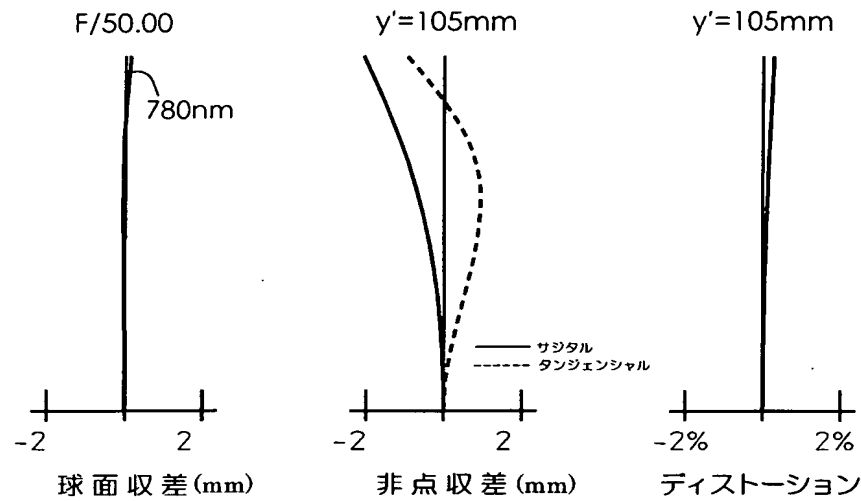
【図 13】

実施例 7



【図 14】

実施例 8



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 非球面レンズを含む 2 枚構成のレーザアレイ結像レンズを用い、列状に半導体レーザ素子を配列してなる半導体レーザアレイ光源からの各光束を感光面上に結像せしめ、被走査面上での光ドット形成（光走査）を行う画像形成装置を得る。

【構成】 多数の半導体レーザ素子を直線状に配列してなる半導体レーザアレイ光源 1 と、レーザアレイ結像レンズ 2 とを備えたレーザプリンタ装置である。結像レンズ 2 は、各レーザ素子からの各光束を略一点で互いに交差させる第 1 レンズ 2 1 とその交差位置の後段の第 2 レンズ 2 2 よりなり、少なくとも一面に非球面を有する。さらに少なくとも一面にアナモフィック非球面を有し少なくとも一面に回折光学面を有することが好ましい。各レーザ素子を所定タイミングで同時発光させ各光束を感光面 4 上に直線的に結像せしめ、感光面 4 をドット列方向と略直交する A 方向に所定速度で副走査し、感光面 4 上に画像形成する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-094200
受付番号	50300528580
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成15年 4月 7日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 3月31日

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 9 4 2 0 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 4 3 0]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 5 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地

氏 名

富士写真光機株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地

氏 名

富士写真光機株式会社